

4. Web-technologies for construction of automated information-modeling systems of technological processes in metallurgy / Gurin I.A., Lavrov V.V., Spirin N.A., Nikitin A.G. // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenij. Chernaya Metallurgiya. Volume 60. Issue 7. 2017. Pages 573-579. DOI: 10.17073/0368-0797-2017-7-573-579.

УДК 331.461.2:622.691.4:623.486:614.8

Ю. А. Бондин, Н. А. Спирин

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО РЕМОНТУ ТРУБ НА ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ В СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ

Аннотация. В соответствии с отчетами Федеральной службы по экологическому, техническому и атомному надзору последствия от аварий и инцидентов на линейной части магистральных газопроводов составляют миллионы рублей в год. Одновременное снижение как вероятности возникновения аварий, так и их последствий может быть обеспечено в первую очередь за счет принятия технически и экономически-оправданных решений по ремонту труб на линейной части магистральных газопроводов. Существующие и внедряемые системы автоматизации предлагают количественные и качественные показатели надежности и целостности объектов линейной части магистральных газопроводов для обоснования необходимости проведения ремонта труб. Поскольку данные ремонты требуют серьезных затрат на их проведение, то они должны быть рассмотрены с точки зрения инвестиционных проектов, для которых необходимо выполнять оценку экономической привлекательности. Целью исследования стало определение возможности расчета показателей экономической эффективности проведения мероприятий по ремонту труб на линейной части магистральных газопроводов с учётом их затрат и снижения совокупности вероятности возникновения аварий и тяжести от их возможных последствий. В рамках работы выполнено исследование нормативно-технической документации, регламентирующей разработку рекомендаций по ремонту труб на магистральных газопроводах. Рассмотрены информационно-управляющие системы, предназначенные для планирования мероприятий по ремонту газопроводов. Оценена возможность рассмотрения мероприятий по ремонту с точки зрения их инвестиционной привлекательности. В результате предложен алгоритм оценки показателей экономической эффективности. Проведен расчет срока окупаемости первоначальных инвестиций, необходимых для проведения ремонта труб.

Ключевые слова: магистральные газопроводы; техногенные аварии; количественная оценка рисков; информационные системы.

Abstract. According to the reports of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision (Rostekhnadzor), the consequences of accidents on the gas pipelines amount to millions of rubles per year. The simultaneous reduction of both the probability of accidents and their consequences can be achieved primarily through the adoption of technically and economically justified decisions on the repair of pipes. Existing automation systems offer quantitative and

qualitative indicators of the reliability and integrity of the objects of the gas pipelines to justify the need for pipe repairs. Since these repairs require serious costs for their implementation, they should be considered from the point of view of investment projects for which it is necessary to assess the economic attractiveness. The purpose of the study was to determine the possibility of calculating the indicators of economic efficiency of carrying out measures to repair pipes on the gas pipelines, taking into account their costs and reducing the aggregate probability of accidents and the severity of their possible consequences. As part of the work, a study of the regulatory and technical documentation regulating the development of recommendations for the repair of pipes on gas pipelines was carried out. Information and control systems designed for planning measures for the repair of gas pipelines are considered. The possibility of considering repair measures from the point of view of their investment attractiveness is evaluated. As a result, an algorithm for evaluating economic efficiency indicators is proposed. The calculation of the payback period of the initial investment required for the repair of pipes is carried out.

Key words: gas pipeline; quantitative risk assessment; information systems.

Ни для кого не секрет, что многие элементы Единой системы газоснабжения (ЕСГ) имеют предельный срок своей эксплуатации. По данным «Федеральной службы по экологическому, техническому и атомному надзору» суммарный экономический ущерб от аварий, произошедших на линейной части (ЛЧ) магистральных газопроводах (МГ) за последние годы, составляет сотни миллионов рублей в год.

Для газотранспортных Обществ, испытывающих материальные, технические и организационные ограничения, задача одновременного снижения вероятности возникновения и тяжести от их последствий на объектах ЛЧ МГ за счет проведения технически и экономически-оправданных мероприятий по ремонту труб является весьма актуальной.

В настоящее время существующие и внедряемые системы автоматизации предлагают совокупность количественных показателей надежности и целостности объектов линейной части магистральных газопроводов для обоснования проведения ремонтов труб на ЛЧ МГ. Однако зачастую эти показатели противоречат друг, и не позволяют сформировать единый интегральный критерий экономической эффективности, что приводит к необоснованному увеличению затрат, а также к несвоевременному проведению мероприятий по ремонту труб на ЛЧ МГ.

С целью рассмотрения экономической эффективности необходимо рассмотреть проведение мероприятий по ремонту труб на ЛЧ МГ с точки зрения инвестиционного проекта с последующей оценкой инвестиционной привлекательности.

Для определения привлекательности любого инвестиционного проекта в общем случае выполняют расчет численных экономических показателей таких как, например, срок окупаемости.

Для оценки срока окупаемости первоначальных инвестиций в общем случае на первом этапе требуется определить объем первоначальных инвестиций, а также размер возможного дохода. Простой срок окупаемости (PP) является отношением первоначальных инвестиций в проект к постоянному среднегодовому доходу и вычисляется по формуле:

$$PP = I_0 / CF_{cr} \text{ [лет]}, \quad (1)$$

где I_0 – начальные инвестиции в проект в рублях;

CF_{cr} – среднегодовой доход проекта в рублях.

Для такого инвестиционного проекта как проведение ремонта труб на ЛЧ МГ в качестве первоначальных инвестиций в первом приближении можно принять стоимость полной замены дефектной трубы конкретной длины исходя из типовой стоимости работ по капитальному ремонту магистральных газопроводов.

Дополнительный доход от проведения ремонта труб может быть получен за счет снижения аварийности на объектах ЛЧ и снижения возможных экономических ущербов в случае их потенциального возникновения.

Продemonстрируем данный тезис на конкретных примерах. Предположим, что за последние пять лет в газотранспортном предприятии произошло 2 аварии (частота возникновения аварий составила 2/5 в год). Предположим, что экономический ущерб по каждой аварии составил 14 и 36 млн рублей соответственно, а в среднем убытки от одной аварии составили около 25 млн. руб.

Если бы существовали методики, которые могли со 100 %-й вероятностью определять, где произойдет авария, и предпринимались меры по выполнению ремонта труб в данных местах, то мы смогли бы получать дополнительный ежегодный доход:

$$CF_{cr} = \lambda \cdot U = 2/5 \cdot 25 = 10 \text{ [миллионов рублей в год]}, \quad (2)$$

где λ – фактическая частота аварий;

U – ущерб от фактических аварий.

Показатель, который является произведением частоты возникновения аварий и ущербов от ее реализации является техногенный риск. Таким образом предложено рассматривать в качестве дополнительного дохода от реализации мероприятий по ремонту труб на ЛЧ МГ снижение техногенного риска аварии.

Для расчета техногенного риска в ПАО «Газпром» действует мощная методическая база, регламентирующая порядок оценки потенциальных ущербов и вероятности возникновения аварии.

Порядок оценки потенциальных ущербов регламентирован в [1], а в [2] приведен порядок учета влияния технико-технологических, природно-климатических и других факторов при прогнозировании аварийности на ЛЧ МГ как с учетом результатов внутритрубного технического диагностирования (ВТД) так и без ВТД.

Апробация и внедрение в производственную деятельность газотранспортных предприятий вышеуказанных нормативно-методических документов различные ведется достаточно давно, например, [3] и [4]. В рамках опытного внедрения возникли различные вопросы и проблемы, которые не позволяли выполнить расчет техногенных рисков для труб на ЛЧ МГ. Итогом апробации стал согласованный с автором методики по оценке частоты аварий [2] подход, который позволяет оценить величину техногенный риска по каждой трубе с учетом каждого конкретного дефекта.

Используя результаты, полученные в рамках апробации НМД вышеуказанных НМД, продемонстрируем методику применения оценки

экономической целесообразности при определении приоритетности ремонта труб с учетом потенциально возможного дохода (то есть дохода за счет снижения техногенного риска) и стоимости первоначальных инвестиций, а также преимущества, которые может дать данная методика.

Например, рассмотрим трубу, на которой по результатам ВТД выявлен опасный трещиноподобный дефект (относительной глубиной 10 %). Частота аварий (λ_n) для такого дефекта в соответствии с разработанным подходом составит:

$$\lambda_n = 3.18 \cdot 10^{-2} \text{ [аварий в год]}. \quad (3)$$

Рядом с данной трубой расположены объекты окружения. В случае аварии ущерб (Y_n) от нее составит:

$$Y_n = 5.51 \text{ [миллионов рублей]}. \quad (4)$$

Таким образом, техногенный риск (H_n) как дополнительный доход в случае ремонта трубы составит:

$$H_n = \lambda_n \cdot Y_n = 176 \text{ [тысяч рублей в год]}. \quad (5)$$

В случае проведения ремонта вышеуказанного дефекта ДО снизит техногенный риск на величину в размере 176 тысяч рублей. Как отмечалось ранее данную величину можно рассматривать с точки зрения дополнительного дохода (потенциальной ежегодной экономии) (CF_{cr})

$$CF_{cr} = 176 \text{ [тысяч рублей в год]}. \quad (6)$$

Первоначальные инвестиции (I_0) необходимые на проведение ремонта в соответствии с типовой стоимостью работ составят 320 тысяч рублей.

В результате срок окупаемости (PP) для ремонта данной дефектной трубы составит:

$$PP = I_0 / CF_{cr} = 320 / 176 = 1.81 \text{ [лет]}. \quad (7)$$

Определение даже простого срока окупаемости (PP), позволяет достаточно эффективно принимать управленческое решение по выбору трубы для ремонта, поскольку вполне очевидно, что чем он меньше, тем ремонт более оправдан. Визуализация выбора инвестиционного проекта с помощью показателя срока окупаемости представлена на рисунке 1.

Поскольку целью любой компании является получение прибыли, то проекты, где необходимы первоначальные инвестиции, могут и должны оцениваться с точки зрения их инвестиционной привлекательности.

Проведенное исследование подтвердило необходимость и целесообразность применения средств экономического анализа при определении обоснованности ремонта труб на ЛЧ МГ. В качестве дохода от проведения ремонта (потенциальной экономии) предложено рассматривать снижение техногенного риска от аварий. На конкретных примерах наглядно показана возможность и перспективность использования показателей экономической эффективности для определения экономической целесообразности проведения ремонта труб на ЛЧ МГ.



Рис. 1. Визуализация выбора инвестиционного проекта с помощью показателя срока окупаемости

Список использованных источников

1. СТО Газпром 2-2.3-351-2009. Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО "Газпром": – М.: ООО «Газпром экспо», 2009. – VIII, 377 с.
2. Рекомендации по учету влияния технико-технологических, природно-климатических и других факторов при прогнозировании аварийности на МГ ОАО «Газпром». – М.: ОАО «Газпром», 2007. – 118 с.
3. Бондин Ю.А., Баусов С.В, Овчаров С.В. Совершенствование методики оценки ожидаемой частоты аварий на газопроводах по результатам ее апробации в ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» // Безопасность Труда в промышленности. 2018. № 9. С. 31–38.
4. Bondin Y.A., Spirin N.A., Bausov S.V. Calculation and Analytical Module “Risk” for Selective Diagnostics and Repair of Main Gas Pipelines with Account of Technogenic Risks // Advances in Automation – 2019. – pp 233-242.

УДК 669.18+519.677

Д. А. Викторов, О. И. Домакова, А. М. Коновалов, Д. А. Пирогов, Е. В. Ершов

ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет», г. Череповец, Россия

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАЗМЕТКИ, ОБУЧЕНИЯ И ИНФЕРЕНСА СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Аннотация. В текущий момент времени различные предприятия во всём мире проводят автоматизацию и цифровизацию. Очень большое внимание уделяется обработке производственных процессов (например, отслеживание людей в опасной зоне, поиск объектов в кадре или определение изделий ненадлежащего качества). В данной сфере самыми перспективными технологическими решениями являются системы машинного зрения и машинного обучения. Они позволяют существенно снизить ресурсные и временные затраты